

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“FACTORES CONDICIONANTES Y CONTROL DE
MOVIMIENTO DE MASA, CENTRO POBLADO
LLUSHCAPAMPA, CAJAMARCA, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autores:

Bach. Carlos Ruiton Herrera

Bach. Cleofe Zapana Quispe

Asesor:

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2020

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	15
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	15
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	15
1.4. Hipótesis.....	15
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	16
2.1. Tipo de investigación	16
2.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	16
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).	16
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	17
2.4. Procedimiento.....	17
2.4.1. <i>Etapas de recolección de datos:</i>	18
2.4.2. <i>Etapas de campo:</i>	18
2.4.3. <i>Etapas post-campo:</i>	19
2.5. Generalidades.	21
2.5.1. <i>Ubicación</i>	21
2.5.2. <i>Accesibilidad</i>	22
2.5.3. <i>Clima e hidrografía</i>	23
2.5.4. <i>Vegetación</i>	24
2.6. Geología	25

2.6.1	<i>Geología regional.</i>	25
2.6.1.1.	<i>Formación Carhuaz (ki – ca)</i>	25
2.6.1.2.	<i>Formación Farrat (ki- f)</i>	25
2.6.1.3.	<i>Formación Inca (ki- in)</i>	25
2.6.1.4.	<i>Volcánico Huambos (Nm- vh)</i>	26
2.6.1.5.	<i>Aluviales (Q- al)</i>	27
2.6.1.6.	<i>Fluviales (Q- fl)</i>	27
2.6.1.7.	<i>Lagunares (Q – la)</i>	27
2.6.2.	<i>Geología local</i>	27
2.6.2.2.	<i>Volcánico Porculla (Nm- vp)</i>	27
CAPÍTULO III. RESULTADOS		31
3.1.	<i>Análisis Geológico</i>	31
3.2.	<i>Análisis geométrico</i>	33
3.3.	<i>Análisis geotécnico</i>	35
3.4	<i>Análisis hidrológico</i>	36
3.5.	<i>Análisis sísmico</i>	38
3.6.	<i>Análisis de estabilidad</i>	39
3.7.	<i>Análisis de estabilidad de taludes aplicando Slide</i>	40
3.8.	<i>Manejo de riesgo para la estabilización del movimiento de masa</i>	42
	<i>Bermas Bajas o Contra bermas</i>	42
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		43
4.1.	<i>Discusión</i>	43
4.2.	<i>Conclusiones</i>	45
REFERENCIAS		46
ANEXOS		48

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1. Distancia y tiempo de lima a Cajamarca – Perú.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla N° 2. Coordenadas de la zona de estudio – Llushcapampa – Cajamarca.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla N° 3: Parámetros geotécnico</i>	<i>36</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Evidencia en campo, movimiento de masa - puntos criticos.</i>	<i>19</i>
<i>Figura N° 2: Vuelo con drones para determinar la geometria del deslizamiento</i>	<i>19</i>
<i>Figura N° 3: Cuarteo y preparación de muestra.</i>	<i>20</i>
<i>Figura N° 4: Peso de muestras en laboratorio para base de datos.</i>	<i>21</i>
<i>Figura N° 5. Plano de ubicación - Llushcapampa – Cajamarca - 2020</i>	<i>21</i>
<i>Figura N° 6. Accesibilidad de la zona de estudio – Cajamarca</i>	<i>22</i>
<i>Figura N° 7. Vegetación - Zona de estudio - Llushcapampa – Cajamarca -2020.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura N° 8. Caracterización de la formación volcánico Porculla (Nm- vp).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura N° 9. Plano topográfico - Cerro Llushcapampa – Cajamarca – 2020</i>	<i>29</i>
<i>Figura N° 10. Plano Geológico - cerro Llushcapampa – Cajamarca - 2020.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura N°11: Mapa de peligros geológicos de la zona de estudio</i>	<i>31</i>
<i>Figura N° 12. Análisis geológico del deslizamiento del cerro Llushcapampa.</i>	<i>32</i>
<i>Figura N°13: Canal de regadío ubicada en la parte superior del movimiento de masa. ...</i>	<i>32</i>
<i>Figura N° 14. Vista frontal y geometría de movimiento de masa.</i>	<i>33</i>
<i>Figura N°15: Esquema gráfico en perfil del movimiento de masa – zona de estudio</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 16. Geometría del deslizamiento del cerro Llushcapampa – Cajamarca.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 17. Precipitación - Llushcapampa – Cajamarca</i>	<i>37</i>
<i>Figura N° 18. Infiltración de agua en temporada de lluvia – Llushcapampa.</i>	<i>37</i>

<i>Figura N° 19: Zonas sísmicas del Perú y Cajamarca según el ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.</i>	<i>38</i>
<i>Figura N° 20. Posible deslizamiento de masa al rio grande</i>	<i>39</i>
<i>Figura N° 21. Geometría y condiciones del área de investigación</i>	<i>40</i>
<i>Figura N° 22. Análisis de estabilidad de talud</i>	<i>40</i>
<i>Figura N° 23. Geometría y nuevo modelo de área de investigación</i>	<i>41</i>
<i>Figura N° 24. Geometría y nuevo diseño de estabilidad de talud</i>	<i>41</i>
<i>Figura N° 25. Estabilización de ladera – Bermas bajas.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura N°26: Mapa de susceptibilidad por movimiento de masa - Llushcapampa – Cajamarca.</i>	<i>66</i>
<i>Figura N° 27: Ortomosaico - zona de estudio de Llushcapampa – Cajamarca - 2020.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura A. N° 1: Análisis granulométrico C1 – M1</i>	<i>49</i>
<i>Figura A. N° 2: Análisis granulométrico C1 – M2</i>	<i>49</i>
<i>Figura A. N° 3: Análisis granulométrico C2 – M1</i>	<i>50</i>
<i>Figura A. N° 4: Análisis granulométrico C2 – M2</i>	<i>51</i>
<i>Figura A. N° 5: Límite de plasticidad - C1</i>	<i>52</i>
<i>Figura A. N° 6: Límite de plasticidad - C2</i>	<i>53</i>
<i>Figura A. N° 7: Contenido de humedad - C1 – C2</i>	<i>54</i>
<i>Figura B. N° 1: Reconocimiento de la zona de estudio.</i>	<i>55</i>

<i>Figura B. N° 2: Escape principal del deslizamiento.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura B. N° 3: Posible deslizamiento de la zona de invernadero.</i>	<i>56</i>
<i>Figura B. N° 4: Infiltración de agua de tubería.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura B. N° 5: Escorrentía e infiltración de agua de las zonas de regadío.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura B. N° 6: Manejo de drones para ver la imagen satelital de la zona</i>	<i>57</i>
<i>Figura B. N° 7: Vuelo de drones de 20 minutos en la zona de estudio.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura B. N° 8: Exploración de las calicatas.</i>	<i>58</i>
<i>Figura B. N° 9: Profundidad de la calicata C-1 = 1.80m.</i>	<i>59</i>
<i>Figura B. N° 10: Calicata C-2 = 10 m, en el escarpe principal.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura B. N° 11: Cuarteo de la muestra, C-2</i>	<i>60</i>
<i>Figura B. N° 12: Peso de la muestra C-2.</i>	<i>60</i>
<i>Figura B. N° 13: Zarandeo de la muestra.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura B. N° 14: Copa de Casagrande y la muestra.</i>	<i>61</i>
<i>Figura B. N° 15: Determinación del límite líquido.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura B. N° 16: Determinación del límite plástico.</i>	<i>62</i>
<i>Figura B. N° 17: Secado en el horno $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura B. N° 18: Descripción de la calicata 02.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura B. N° 19: Descripción de la calicata 01.....</i>	<i>65</i>

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad realizar un análisis de los factores condicionantes y control de movimiento de masa, centro poblado Llushcapampa, Cajamarca, ya que dicho problema afecta a la zonas aledañas y al río grande, el cual por este hecho producido hasta el momento ya se ha perdido algunas viviendas en la zona baja, por ende el objetivo principal de este trabajo de investigación es realizar el análisis de los factores condicionantes, tales como los parámetros, geológicos, geométricos y geotécnicos para el control de movimientos de masa

A lo largo de este trabajo de investigación, se estudió las bases y antecedentes teóricos implicados en el estudio de movimiento de la masa de suelo y las herramientas que permitan su aplicación, tales como el levantamiento topográfico usando los drones para obtener la geometría, morfología y determinar las fuerzas de gravedad que provocan el deslizamiento de suelo, también se realizaron las inspecciones visuales de los procesos geomorfológicos y los periodos de lluvias que afectan el deslizamiento en la zona.

Para la clasificación de suelo se realizaron dos calicatas para obtener datos en campo y así determinar las propiedades y las estructuras internas del suelo, tales como contenido de humedad, límite de consistencia y granulometría, Se utilizaron herramientas como Slide para poder calcular el factor de seguridad de la zona de estudio para luego hacer el control de movimiento de masa en las zonas críticas de la ladera.

Los resultados de este trabajo de investigación se determinaron mediante los ensayos realizados en el laboratorio de la UPN, la clasificación de suelo (SUCS) en la C1 y C2, es una arena limosa, mezclas de arena y limo (SM), englobando una matriz arenosa con insignificante porcentaje de gravas, la cual está constituida por rocas volcánicas pocos

consolidados y altamente poroso que absorben gran cantidad de agua que provienen de los canales de regadíos de la parte alta lo que provoca la sobresaturación de suelo.

Finalmente, se utilizó el software de Slide 6.0 para determinar el factor de seguridad con los datos obtenidos en laboratorio y parámetros ya establecidas del mismo material. El factor de seguridad se determinó según el método de Janbu simplified es 0.875 y Spencer es 0.910 lo cual es inestable. Por ende, el material esta propenso a un deslizamiento de suelo catastrófico.

Palabras clave: Movimiento de masa, Talud, Deslizamientos, inestabilidad, Parámetros condicionantes.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- RAMIREZ, O & ALEJANO, M (2004). Fundamentos e Ingeniería de Taludes: UPM. Madrid:
Oa.upm.es. Recuperado de
http://oa.upm.es/14183/1/MECANICA_DE_ROCAS_1.pdf
- SUAREZ, J. (1998). Deslizamiento y estabilidades de taludes en zonas tropicales. Colombia
- BENAVENTE, C. (2007). Evaluación de Peligro Geológico en el sector de Challa. Provincia
Tarata-Tacna. INGEMMET. Informe Técnico. Dirección de Geología Ambiental y
Riesgo Geológico.
- CARRILLO, R. (2015). Evaluación de zonas susceptibles a movimientos en. (Tesis para optar
Titulo). Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de
<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/666/GEO-CAR-ELI-15.pdf>
sequence=1&isAllowed=y
- MARTINEZ VARGAS, A (1990) Geotecnia para Ingenieros. Lima – Perú.
- CENICAFÉ (1975) Manual de conservación de suelos de ladera. En Manual de Estabilidad de
Taludes-Geotecnia Vial-1998. Instituto Nacional de Vías. Ministerio de Transporte.
Colombia. 339 p.
- NAVFAC, (1971) Manual de taludes IGME, España
- VALERIANO, F. (2015). Caracterización Geotécnica y Modos de Falla Estructural en el Talud
en Roca Del Cerro Espinal Juliaca. (Tesis para obtención de título). Universidad
Nacional Del Altiplano, Puno.
- ANGUITA, V. F. & MORENO S. (1993). Procesos geológicos externos y geología ambiental:
Editorial Rueda, Madrid.
- ZAVALA, B. & ROSADO, M. (2011) – Riesgo Geológico en la región Cajamarca.
INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 44,396p., 19
mapas.
- SANTACANA, N. (2001). Análisis de susceptibilidad del terreno a la formación de
deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de Sistemas

de Información Geográfica. Aplicación a la cuenca alta del Río Llobregat. Tesis
doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

VÁSQUEZ A. J. (2002). Movimientos en masa en la Quebrada Canto Grande, Lima. Tesis de
ingeniero geólogo Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

MAMANI LARICO. (2016). Análisis de estabilidad de taludes: UNAP. Puno, Perú:
Repositorio.unap.edu.pe. Recuperado de
file:///C:/Users/ZAPANA%20PC/Downloads/Mamani_Larico_Roger_Rene.pdf

TORO IRURETA. (2014). Evaluación de la inestabilidad de talud: UNC. Cajamarca, Perú:
Repositorio. Unc.edu.pe. Recuperado de
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/476/T%20625.7%20T676%202014.pdf?sequence=1>

Rodríguez, R. (2016). Método de investigación geológico-geotécnico para el análisis de
inestabilidad de laderas por deslizamientos zona Ronquillo-Corisorgona.
Cajamarca- Perú.

Zavala, B. & Rosado, M. (2011) – Riesgo Geológico en la región Cajamarca. INGEMMET,
Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 44,396p., 19 mapas.

Luis Reyes Rivera (1980). Mapa Geológico de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y
Cajabamba. Lima – Perú, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 31. 76 p.